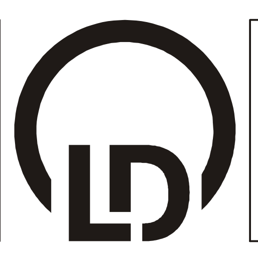
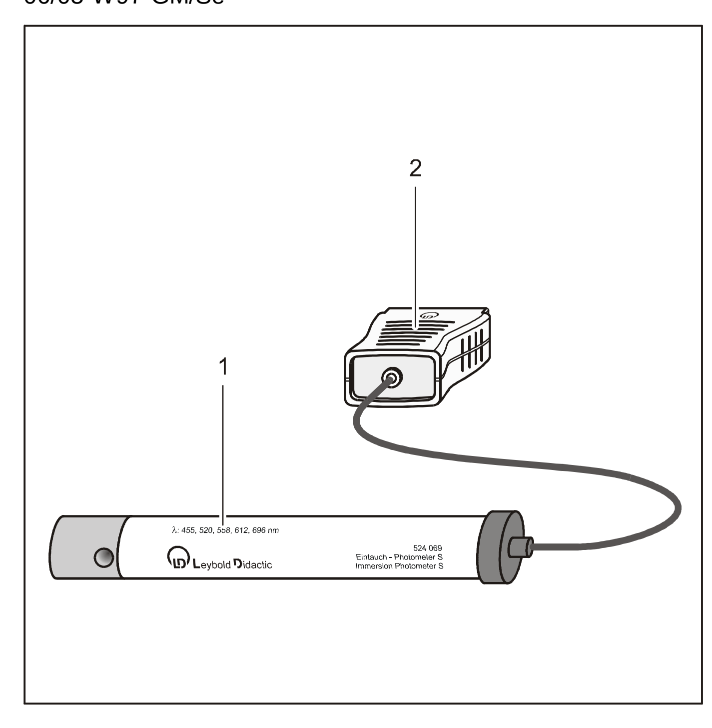


Lehr– und Didaktiksysteme
LD Didactic GmbH
Leyboldstrasse 1 · D-50354 Huerth

06/05-W97-GM/Se



Mode d'emploi 524 069

Photomètre à immersion S (524 069)

1 Photomètre à immersion
2 Connecteur

1 Description

Le photomètre à immersion S est utilisé comme capteur, en association avec le système CASSY® pour la mesure assistée par ordinateur. Il permet de réaliser des mesures de la transmission sur des échantillons liquides pour cinq gammes de longueur d'onde différentes du spectre visible.

En ajoutant dans des échantillons d'eau des réactifs adéquats qui suscitent une coloration bien précise, il est possible de déterminer la concentration des substances ammonium, chlore, chlorure, fer, potassium, acide silique (silicate), cuivre, manganèse, nickel, nitrate, nitrite, phosphate, sulfate, sulfite ou zinc ou bien la dureté de l'eau.

Du reste, il est possible de suivre des réactions à changement de couleur, soit temporellement, soit en fonction d'autres paramètres (par ex. réactions de décoloration, réactions oscillantes, titrages photométriques). Dans des échantillons d'eau troubles, la turbidité peut être déterminée directement d'après la transmission, ce qui signifie qu'il est aussi possible d'étudier des processus à changement de turbidité (par ex. la fermentation de la levure).

2 Principe de mesure

Après avoir immergé le photomètre, la colonne de liquide (Ø = 10 mm) à l'intérieur de celui-ci est traversée par les rayons lumineux d'une diode électroluminescente (LED). La sélection de la LED et donc de la longueur d'onde de la lumière est effectuée manuellement ou automatiquement, en fonction de la mesure. L'intensité de la lumière transmise est mesurée par des cellules photosensibles du côté opposé puis restituée sous forme de transmission en % ou d'absorbance (E = -log T).

Analyse de l'eau :

La base chimique de la détermination photométrique d'une substance repose sur le fait que la substance à mettre en évidence forme un composé coloré avec les réactifs ajoutés ou bien donne lieu à une turbidité plus ou moins importante. L'absorbance de la coloration ou de la turbidité obtenue pour une longueur d'onde appropriée caractérise ici la concentration de la substance.

Mesure de la turbidité :

Dans un échantillon d'eau trouble, l'absorbance caractérise la turbidité mesurée en unités d'atténuation formazine (FAU) et peut être immédiatement convertie.

3 Grandeurs mesurées

Grandeur mesurée	CASSY Lab[1] (524 200)	Mobile-CASSY (524 009)	Gamme de mesure	λ / nm
Transmission (455 nm)	T	T	0,0...100,0 %	455
Transmission (520 nm)	T	T	0,0...100,0 %	520
Transmission (558 nm)	T	T	0,0...100,0 %	558
Transmission (612 nm)	T	T	0,0...100,0 %	612
Transmission (696 nm)	T	T	0,0...100,0 %	696
Absorbance (455 nm)	E	E455	0,00...2,00	455
Absorbance (520 nm)	E	E520	0,00...2,00	520
Absorbance (558 nm)	E	E558	0,00...2,00	558
Absorbance (612 nm)	E	E612	0,00...2,00	612
Absorbance (696 nm)	E	E696	0,00…2,00	696
Ammonium	c	NH4+	0,00...3,00 mg/l	696
Chlore	c	Cl	0,00…3,00 mg/l	520
Chlorure	c	Cl^-	0,0...25,0 mg/l	455
Fer	c	Fe	0,00...3,00 mg/l	558
Potassium	c	K	0,0...30,0 mg/l	520
Acide silicique	c	SiO2	0,00...6,00 mg/l	696
Cuivre	c	Cu	0,00…5,00 mg/l	558
Manganèse	c	Mn	0,00...4,00 mg/l	455
Nickel	c	Ni	0,00...4,00 mg/l	455
Nitrate	c	NO3	0,00…3,00 mg/l	520
Nitrite	c	NO2	0,00…2,00 mg/l	520
Phosphate	c	PO4	0,00…7,00 mg/l	696
Sulfate	c	SO4	0...500 mg/l	520
Sulfite	c	SO3	0,0...10,0 mg/l	455
Zinc	c	Zn2+	0,00...0,40 mg/l	612
Dureté[2]	GH	GH	0,00…0,50 mmol/l	558
Turbidité	Tr	Turb	0…2000 FAU	696

[1] pour Sensor-CASSY (524 010), Pocket-CASSY (524 006) ou Mobile-CASSY (524 009) sur le PC

[2] dilution nécessaire pour de l'eau dure (par ex. 3 mmol/l)

4 Réactifs pour l'analyse de l'eau

(Réactifs pour 100 dosages)

Assortiment 1 de réactifs pour la photométrie avec mallette et accessoires	666 2600
Assortiment 2 de réactifs pour la photométrie avec mallette et accessoires	666 2601
Mallette à réactifs vide, avec insert	666 2602
Assortiment 1 de réactifs pour la photométrie	666 2603
Assortiment 2 de réactifs pour la photométrie	666 2604

4.1 Réactifs de l'assortiment 1 :

Comprimé	Numéro de catalogue	Dosage
Ammonia No.1	AQ4512580	Ammonium
Ammonia No.2	AQ4512590	
Chloride T1	AQ4515910	Chlorure
Chloride T2	AQ4515920	
Iron LR	AQ4515370	Fer
Nitrate testing powder	AQ465230	Nitrate
Nitrate test	AQ502810	
Nitrite LR	AQ4512310	
Nitrite LR	AQ4512310	Nitrite
Phosphate LR No.1	AQ4513040	Phosphate
Phosphate LR No.2	AQ4513050	
Sulfate T	AQ4515450	Sulfate
Hardcheck P	AQ4515660	Dureté totale

4.2 Réactifs de l'assortiment 2 :

Comprimé/ réactif	Numéro de catalogue	Dosage
DPD No.1	AQ4511060	Chlore
DPD No.3	AQ4511080	
Potassium T	AQ4515670	Potassium
Silica No.1	AQ4513130	Acide silicique
Silica No.2	AQ4513140	
Copper No.1	AQ4513550	Cuivre
Copper No.2	AQ4513560	
Manganese LR No.1	AQ4516080	Manganèse
Manganese LR No.2	AQ4516090	
Nickel 51 + 52	AQ419033	Nickel
Sulfite LR	AQ4518020	Sulfite
Copper/Zinc LR	AQ4512620	Zinc

5 Utilisation

5.1 Mise en service et clôture de la mesure :

Remarque :

La lumière ambiante normale ne perturbe pas le fonctionnement du photomètre à immersion étant donné que les diodes électroluminescentes du capteur sont modulées en service avec une fréquence de 1 kHz. Il convient par contre d'éviter un fort ensoleillement.

- Brancher le photomètre à immersion S au module CASSY.
- Après la mesure, nettoyer le photomètre à immersion S en le rinçant abondamment avec de l'eau distillée.
- Tenir le connecteur du photomètre à immersion à l'abri de l'humidité.

5.2 Mesure de la transmission ou de l'absorbance pour une longueur d'onde λ :

Etalonnage :

- Plonger le photomètre à immersion S dans le liquide de référence (par ex. de l'eau distillée).

CASSY Lab :

- Sélectionner la grandeur mesurée souhaitée T(... nm) dans la fenêtre de dialogue « Paramétrages entrée du capteur »
- Attendre env. 30 s jusqu'à ce que la LED allumée ait atteint sa température de service.
- Cliquer ensuite sur le bouton « 100 % ».

Mobile-CASSY :

- Faire défiler vers le haut avec la touche jusqu'à la grandeur mesurée souhaitée (par ex. E455).
- Utiliser la touche gauche pour ouvrir le menu « Propriétés » puis sélectionner le point de menu « Gammes de mesure ».
- Faire défiler avec les touches et jusqu'à la gamme de mesure souhaitée « EXT ... nm ... » puis sélectionner celle-ci avec la touche droite .
- Attendre env. 30 s jusqu'à ce que la LED allumée ait atteint sa température de service.
- Revenir en arrière avec la touche gauche , faire défiler vers le bas avec la touche jusqu'au point de menu « Transmission 100% » puis appuyer sur la touche droite .

Mesure :

- Plonger le photomètre à immersion S dans le liquide soumis à la mesure.
- Relever la valeur mesurée E ou T.

5.3 Analyse de l'eau :

Remarques :

En diluant l'échantillon (par ex. à l'aide d'une pipette graduée ou d'une fiole jaugée), il est aussi possible de mesurer des concentrations plus importantes que celles indiquées.

La meilleure précision qui soit s'obtient lorsque la solution mesurée est à température ambiante (20 °C). Un écart de quelques degrés suscite des imprécisions mesurables.

On obtient les meilleurs résultats de mesure dans des solutions claires, non colorées ou bien seulement légèrement colorées. Les matières en suspension et les turbidités doivent être éliminées par filtrage.

Etalonnage :

- Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml (exception : 10 ml d'eau distillée pour le dosage de l'ammonium, voir section 6).
- Plonger le photomètre à immersion S jusqu'au fond.

CASSY Lab:

- Sélectionner la grandeur mesurée souhaitée (par ex. ammonium c (NH_4^+, 696 nm)) dans la fenêtre de dialogue « Paramétrages entrée du capteur ».
- Attendre env. 30 s jusqu'à ce que la LED allumée ait atteint sa température de service.
- Cliquer ensuite sur le bouton « → 0 ← ».

Mobile-CASSY :

- Faire défiler vers le haut avec la touche jusqu'à la grandeur mesurée souhaitée (par ex. E455).
- Utiliser la touche gauche pour ouvrir le menu « Propriétés » puis sélectionner le point de menu « Gammes de mesure ».
- Faire défiler avec les touches et jusqu'à la gamme de mesure souhaitée (par ex. « NH4+ ... ») puis sélectionner celle-ci avec la touche droite .
- Attendre env. 30 s jusqu'à ce que la LED allumée ait atteint sa température de service.
- Revenir en arrière avec la touche gauche , faire défiler vers le bas avec la touche jusqu'au point de menu « Transmission 100% » puis appuyer sur la touche droite .

Mesure :

- Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml à l'aide d'une pipette ou d'une seringue (exception : dosage du nitrate, voir section 6).
- Préparer l'analyse conformément à la section 6.
- Lorsque le temps spécifié s'est écoulé, plonger le photomètre à immersion jusqu'au fond et relever la mesure mesurée.

5.4 Mesure de la turbidité :

Etalonnage :

- Plonger le photomètre à immersion S dans de l'eau distillée.

CASSY Lab:

- Sélectionner la grandeur mesurée Tr (696 nm) dans la fenêtre de dialogue « Paramétrages entrée du capteur »
- Attendre env. 30 s jusqu'à ce que la LED allumée ait atteint sa température de service.
- Cliquer ensuite sur le bouton « → 0 ← ».

Mobile-CASSY :

- Faire défiler vers le haut avec la touche jusqu'à la grandeur mesurée souhaitée (par ex. E455).
- Utiliser la touche gauche pour ouvrir le menu « Propriétés » puis sélectionner le point de menu « Gammes de mesure ».
- Faire défiler avec les touches et jusqu'à la gamme de mesure souhaitée « TURB ... » puis sélectionner celle-ci avec la touche droite .
- Attendre env. 30 s jusqu'à ce que la LED allumée ait atteint sa température de service.
- Revenir en arrière avec la touche gauche , faire défiler vers le bas avec la touche jusqu'au point de menu « Transmission 100% » puis appuyer sur la touche droite.

Mesure :

- Plonger le photomètre à immersion S dans le liquide soumis à la mesure.
- Relever la valeur mesurée E ou T.

6 Analyse de l'eau

Substance / concentration	**Réactif**	**Etalonnage**	**Mesure**
Ammonium (NH_4^+) 0 ... 3,00 mg/l	Ammonium No.1 Ammonium No.2 de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml d'eau distillée dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Procéder de même avec le comprimé n°2. 10 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Procéder de même avec le comprimé n°2. 10 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Chlore libre (Cl) 0 … 3,00 mg/l	DPD 1 No.1 de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml d'échantillon d'eau dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml d'échantillon d'eau dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Chlore total (Cl) 0 … 3,00 mg/l	DPD No.1 DPD No.3 de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Procéder de même avec le comprimé n°2. 2 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Chlorure (Cl^-) 0 ... 25,0 mg/l	Chloride T1 Chloride T2 de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Procéder de même avec le comprimé n°2. 2 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Fer (Fe^{2+} + Fe^{3+}) 0 … 3,00 mg/l	Iron LR de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. 5 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Potassium (K^+) 0 ... 30,0 mg/l	Potassium tab. de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. 2 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Acide silicique (SiO_2) 0 ... 6,00 mg/l	Silica No.1 Silica No.2 Silica PR de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. 5 min après, ajouter le comprimé n°2 et le comprimé PR puis procéder de même. 1 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.

Cuivre (Cu^{2+}) 0 …5,00 mg/l	Copper No.1 Copper No.2 de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Procéder de même avec le comprimé n°2. Immédiatement plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Manganèse (Mn) 0 ... 4,00 mg/l	Manganese LR No.1 Manganese LR No.2 de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Procéder de même avec le comprimé n°2. 5 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Nickel (Ni^{2+}) 0 ... 4,00 mg/l	Nickel 51 Nickel 52 de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter 2 mesurettes n°8 rases (couleur noire) du réactif Nickel 51 puis agiter pour le dissoudre. Utiliser la seringue de 1 ml pour ajouter 0,2 ml du réactif Nickel 52 puis mélanger en agitant. 3 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Nitrate (NO_3^-) 0 … 3,00 mg/l	Nitrate testing powder Nitrate test Nitrite LR de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 20 ml de solution échantillon dans le tube pour le test du nitrate. Ajouter 1 mesurette (intégrée dans le bouchon) du réactif Nitrate testing powder, bien fermer le tube et le secouer énergiquement durant 1 min. Ajouter un comprimé de Nitrate test et à nouveau secouer énergiquement durant env. 1 min jusqu'à ce que le comprimé soit dissous. Une fois l'agent de réduction déposé au fond du tube pour le test du nitrate, renverser le récipient encore 3 ou 4 fois afin de parfaire la floculation de l'agent de réduction. Ensuite, remettre le tube à l'endroit et attendre encore 2 min. Prudemment soutirer par décantation ou par pipette 10 ml de la solution excédentaire tout en veillant bien à ne pas prélever d'agent de réduction. Verser cette quantité soutirée dans le bécher gradué de 25 ml. Ajouter 1 comprimé de nitrite LR, l'écraser avec la baguette en verre puis agiter pour le dissoudre. 10 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Nitrite (NO_2^-) 0 … 2,00 mg/l	Nitrite LR de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. 10 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.

Orthophosphate (PO_4^{3-}) 0 …7,00 mg/l	Phosphate LR No.1 et No.2 de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml d'échantillon d'eau dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml d'échantillon d'eau dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé n°1, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Procéder de même avec le comprimé n°2. Plonger le capteur jusqu'au fond et 3 min après, relever la valeur mesurée.
Sulfate (SO_4^{2-}) 0 ... 500 mg/l	Sulfate T de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml d'échantillon d'eau dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml d'échantillon d'eau dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. Plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Sulfite (SO_3^{2-}) 0 ... 10,0 mg/l	Sulfite LR de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. 2 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Zinc (Zn^{2+}) 0...0,40 mg/l	Copper/Zinc LR de l'assortiment 2 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. 5 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.
Dureté totale (Ca^{2+}) 0 … 0,50 mmol/l	Hardcheck-P de l'assortiment 1 de réactifs	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Plonger le capteur jusqu'au fond et réaliser l'étalonnage.	Verser 10 ml de solution échantillon dans un bécher gradué de 25 ml. Ajouter le comprimé, l'écraser avec la baguette en verre et agiter pour le dissoudre. 5 min après, plonger le capteur jusqu'au fond et relever la valeur mesurée.

7 Réalisation de ses propres courbes d'étalonnage dans CASSY Lab

- Commencer par mélanger l'échantillon avec les réactifs appropriés puis déterminer la longueur d'onde (LED) pour laquelle la transmission est la plus faible.
- Réaliser successivement des échantillons de concentration connue, mesurer à chaque fois l'absorbance et inscrire la concentration comme paramètre.
- Dans une nouvelle représentation, tracer l'absorbance E sur l'axe des x et la concentration c sur l'axe des Y.
- Avec les fonctions de modélisation libre A*x + B*x^2, déterminer l'équation fonctionnelle c = f(E).
- Inscrire cette équation dans « Paramètres/Formule ».

8 Accessoires

Support pour photomètre à immersion 6662605

9 Caractéristiques techniques

Longueurs d'onde moyennes :	455, 520, 558, 612, 696 nm
Détecteur :	cellule photosensible au silicium
Température de service :	0...50 °C
Matériau :	verre Duran
Quantité d'échantillon :	10 ml
Diamètre de la colonne de liquide :	10 mm
Connecteur :	Sub-D 15 contacts
Dimensions :	200 mm × 26 mm ∅
Masse :	200 g

10 Compatibilité

Le photomètre à immersion S est utilisable avec les modules CASSY suivants :

	Sensor-CASSY (524 010)	Pocket-CASSY (524 006)	Mobile-CASSY (524 009)
avec PC	Logiciel CASSY Lab à partir de la version 1.41		
sans PC	——	——	à partir du firmware 1.00

En tant que membre de la famille CASSY, le capteur se distingue par les propriétés suivantes :

- Il peut être enfiché à tout instant.
- Grâce au code qui lui est assigné, le capteur enfiché est reconnu automatiquement.
- Le réglage des grandeurs mesurées et gammes de mesure est piloté par menus.

11 Mises à jour

Si le logiciel ou le microprogramme (firmware) est plus ancien que la version susmentionnée, une mise à jour du logiciel ou du firmware est alors nécessaire. La version actuelle du logiciel CASSY Lab est disponible sur Internet, sous http://www.ld-didactic.com.

- Installer la version actuelle du logiciel CASSY Lab puis lancer le programme.
- Brancher successivement au PC tous les modules CASSY à disposition.
- Chaque fois que la demande de mise à jour est exprimée par un message approprié, procéder à l'actualisation du module CASSY par la fonction « Actualiser les modules CASSY ».

® CASSY est une marque déposée de la LD Didactic GmbH

LD Didactic GmbH · Leyboldstrasse 1 · D-50354 Huerth / Germany · Phone (02233) 604-0 · Fax (02233) 604-222 · e-mail: info@ld-didactic.de